

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 53 978.2  
**Anmeldetag:** 20. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Thermischen Belastungen ausgesetztes Bauteil  
**IPC:** G 01 K, G 01 N, F 02 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "de".

Stark

12.11.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

10 Thermischen Belastungen ausgesetztes Bauteil

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem thermischen Belastungen  
ausgesetzten Bauteil, insbesondere von einer Lambdasonde für  
Kraftfahrzeuge, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Für solche Bauteile, insbesondere Lambdasonden, werden  
20 üblicherweise maximal zulässige Einsatztemperaturen  
vorgeschrieben, die, um Mißfunktionen oder Schädigungen des  
Bauteils zu vermeiden, nicht überschritten werden dürfen. Da  
die Ursachen von Ausfällen dieser Bauteile nicht immer  
einwandfrei zu diagnostizieren sind, ist es bekannt, solche  
25 Bauteile mit thermischen Indikatoren auszustatten, die eine  
- wenn auch nur vorübergehende - thermische Überlastung des  
Bauteils über dessen maximal zulässige Betriebstemperatur  
hinaus bleibend anzeigen.

30 Bei einem bekannten Bauteil dieser Art wird als Indikator ein  
metallisches Material verwendet, das je nach Temperatur eine  
bestimmte Farbe, z.B. eine Anlaßfarbe, annimmt, so daß in

groben Temperaturstufen von z.B. 50°C, Aussagen über thermische Belastungsbereiche gemacht werden können, denen das Bauteil ausgesetzt war. Das metallische Material wird z.B. durch Beschichten von zugänglichen Außenflächen des  
5 Bauteils aufgebracht.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Bauteil, insbesondere Lambdasonde für  
10 Kraftfahrzeuge, hat den Vorteil, daß aufgrund der Gefügeänderung des Indikationsmaterials bei Überschreiten der Grenztemperatur eine schnelle Diagnose möglich ist, ob die Schädigungsursache für das Bauteil auf unzulässige Betriebstemperatur oder nicht zurückzuführen ist. Die bei  
15 Überschreiten der Grenztemperatur eintretende Gefügeänderung ist bleibend und kann optisch oder analytisch zeitsparend und mit geringem Meßaufwand festgestellt werden. Die Indikation der ÜberTemperatur ist anders als eine solche durch Farbänderung nicht manipulierbar und erleichtert damit auch  
20 unter dem Gesichtspunkt der verschärften Produkthaftpflichtbestimmungen die Sicherheit des Nachweises,  
ob eine produktbedingte Schädigung oder eine durch unzulässige Betriebsweise hervorgerufene Schädigung vorliegt.  
25 Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Bauteils möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist  
30 das Indikationsmaterial so zusammengesetzt, daß sich Gefügeveränderungen in verschiedenen Materialkomponenten bei Überschreiten unterschiedlich festgelegter Grenztemperaturen

ergeben. Eine solche Ausbildung des thermischen Indikators wird vor allem für Testzwecke eingesetzt, um unterschiedliche Temperaturbereiche festzuhalten, die ggf. zu unterschiedlichen Schädigungsgraden des Bauteils führen.

5

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Indikationsmaterial ein Feststoff, der bei Überschreiten der Grenztemperatur eine Gefügeveränderung durch Schmelzen erfährt. Eine solche Gefügeänderung durch Phasenumwandlung ist irreversibel und kann bereits optisch am Bauteil erkannt werden. In alternativen Ausführungsformen der Erfindung erfolgt die Gefügeänderung durch Oxidation des Indikationsmaterial bei Überschreiten der Grenztemperatur oder durch chemische Reaktionen zwischen den Materialkomponenten des Indikationsmaterials bei Überschreiten der Grenztemperatur.

15

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als Indikationsmaterial eine Pulverpressung aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen verwendet, wobei durch eine genaue Abstimmung der Komponenten eine oder mehrere gewünschte Grenztemperaturen eingestellt werden können.

25

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden als Indikationsmaterial auch Keramiksäume verwendet, bei denen eine Gefügeänderung in einem Temperaturbereich zwischen 700 und 900°C einstellbar ist. Ein solcher Keramikschaum enthält z.B. eine Aluminium-Magnesium-Legierung mit einem Magnesiumoxid-Anteil. Bei Überschreiten der Grenztemperatur entsteht der reaktionsgesinterte Magnesiumspinell ( $MgAl_2O_4$ ).

Als Indikationsmaterial werden nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auch thermoplastische Kunststoffe z.B. Polypropylen oder PTFE, eingesetzt. Letzteres eignet sich besonders für Bauteile, die in einem niedrigen Temperaturbereich betrieben werden, da Grenztemperaturen in einem Bereich zwischen 300 und 350°C eingestellt werden können.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird bei einer Ausführung des Bauteils als Lambdasonde mit Schlüsselsechskant zum Einbau in das Kraftfahrzeug im Schlüsselsechskant ein Hohlraum in Form eines Sacklochs vorgesehen, in den das Indikationsmaterial eingepreßt wird.

15 Zeichnung

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen in schematisierter Darstellung:

20

Fig. 1 ausschnittweise eine Seitenansicht einer Lambdasonde, teilweise geschnitten,

25

Fig. 2 einen Ausschnitt des Schnitts II - II in Fig. 1,

Fig. 3 ein Schrägbild eines in ein Sackloch in der Lambdasonde eingebrachten Indikationsmaterials,

30

Fig. 4 eine Draufsicht des Indikationsmaterials nach einer eine erste Grenztemperatur überschreitenden thermischen Überlastung,

5 Fig. 5 ausschnittweise ein Schliffbild des Indikationsmaterials nach einer thermischen Überlastung oberhalb einer zweiten Grenztemperatur.

10 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die in Fig. 1 ausschnittweise und teilweise geschnitten dargestellte Lambdasonde als Ausführungsbeispiel für ein allgemeines Bauteil, das einer thermischen Belastung ausgesetzt ist, dient zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts im Abgas der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Sie hat ein metallisches Gehäuse 11, das ein Gewinde 12 als Befestigungsmittel für den Einbau in ein Abgasrohr der Brennkraftmaschine trägt und an dem ein Schlüsselsechskant 13 für die Montage der Lambdasonde ausgebildet ist. Im Gehäuse 11 ist eine Längsbohrung vorgesehen, durch die ein plattenförmiges Sensorelement 14 hindurchgeführt ist. Das Sensorelement 14 weist einen meßgasseitigen Endabschnitt 141, der dem Abgas ausgesetzt ist, und einen anschlußseitigen 20 Endabschnitt 142 auf, an dem das Sensorelement 14 mit elektrischen Anschlußleitungen kontaktiert ist. Das Sensorelement 14 ist mittels zweier Keramikformteile und einer dazwischenliegenden Dichtung in der Längsbohrung gasdicht aufgenommen. Von den Keramikformteilen ist in Fig. 4 25 lediglich das Keramikformteil 15 zu sehen, das dem anschlußseitigen Endabschnitt 142 des Sensorelements 14 zugekehrt ist. Der meßgasseitige Endabschnitt 141 des

Sensorelement 14 ragt aus dem Gehäuse 11 heraus und ist hier von einem Schutzrohr 16 umgeben, das am Gehäuse 11 festgelegt ist. Das Schutzrohr 16 weist Ein- und Austrittsöffnungen 17 für das zu messende Abgas auf.

5

In der Lambdasonde ist ein Indikator 20 integriert, der eine - wenn auch vorübergehende - thermische Überlastung der Lambdasonde durch zu heißes Abgas bleibend anzeigt. Hierzu ist in den Schlüsselsechskant 13 ein Sackloch 18 eingebracht, das mit einem Indikationsmaterial 21 gefüllt ist (Fig. 2). Dieses Indikationsmaterial 21 besitzt eine Grenztemperatur, bei deren Überschreitung sich sein Gefüge verändert, z.B. durch einen Schmelzvorgang. Die Grenztemperatur des Indikationsmaterials ist auf die maximal zulässige Betriebstemperatur der Lambdasonde, also der des Sensorelements 14, so abgestimmt, daß sie entweder dieser entspricht oder nur wenig oberhalb dieser liegt. Wird nunmehr die Lambdasonde während ihres Betriebs thermisch überlastet, was zu einer Beeinträchtigung der Funktion des Sensorelements 14 bis hin zum totalen Ausfall der Lambdasonde führt, so verändert sich nach Überschreiten der Grenztemperatur auch das Gefüge des Indikationsmaterials 21. Diese Gefügeveränderung kann schnell und einfach, z.B. im optischen Erscheinungsbild, festgestellt werden. Damit läßt sich schnell eine Diagnose vornehmen, ob eine Fehlfunktion oder ein Ausfall der Lambdasonde auf eine thermische Überlastung zurückzuführen ist oder nicht.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Indikationsmaterial ein Keramikschaum, der in das Sackloch 18 eingepreßt ist. Der Keramikschaum besteht aus ca. 68 Vol% (Volumenprozent) einer Aluminium-Magnesium-Legierung (AlMg5)

und ca. 32 Vol% Magnesiumoxid ( $MgO$ ). Ein solcher Keramikschaum weist in einem Temperaturbereich, der unterhalb der Grenztemperatur von ca.  $650^{\circ}C$  liegt, ein Gefüge auf, dessen Struktur in Fig. 3 schematisiert skizziert ist. Wird 5 diese Grenztemperatur überschritten, so tritt ein optisch erkennbares Ausschwitzen von Aluminiumperlen 22 auf, die an der Oberfläche gut zu erkennen sind (Fig. 4). Dieses Ausschwitzen der Aluminiumperlen 22 findet bis zu einer zweiten Grenztemperatur von ca.  $750^{\circ}C$  statt. Wird diese 10 zweite Grenztemperatur überschritten, so geht das ausfließende Aluminium mit dem Magnesiumoxid eine chemische Reaktion ein, die zu einem sog. reaktionsgesinterten Magnesiumspinell ( $MgAl_2O_4$ ) führt, dessen Struktur in Fig. 5 schematisiert dargestellt ist. Da in beiden Fällen (Fig. 4 15 und Fig. 5) die Gefügeveränderung des Keramikschaums bleibend ist, kann man schnell, sicher und eindeutig und mit geringem Meßaufwand nachweisen, ob die Lambdasonde einer thermischen Überlastung von ca.  $650^{\circ}C$  bis ca.  $750^{\circ}C$  (Fig. 4) oder einer thermischen Belastung von über ca.  $750^{\circ}C$  – wenn auch nur 20 vorübergehend – ausgesetzt war.

Als Indikationsmaterial kann auch Aluminium verwendet werden, das beispielsweise als Pulver in das Sackloch 18 eingepreßt wird. Die Pressung ist ausreichend, den Indikator 20 im 25 Sackloch 18 festzusetzen. Bei einer losen Pulverfüllung kann aber auch das Sackloch 18 zusätzlich mit einer leicht zu entfernenden Schicht verschlossen werden. Bei einer solchen Pulverpressung aus Aluminium kann ebenfalls eine Grenztemperatur von ca.  $650^{\circ}C$  eingestellt werden. Eine genaue 30 Abstimmung hinsichtlich der Grenztemperatur, bei welcher eine thermische Überlastung detektiert werden soll, wird durch

Verwendung von Aluminiumlegierungen ermöglicht, z.B. von  
Aluminium-Silicium- oder Aluminium-Magnesium-Verbindungen.

Für eine Indikation bzw. Detektion von thermischer Überlast  
5 in einem Temperaturbereich <500°C werden als  
Indikationsmaterial Kunststoffe eingesetzt, die bei  
Überschreiten der Grenztemperatur Thermoplaste bilden. Ein  
solcher Kunststoff ist z.B. Polypropylen oder auch PTFE mit  
einem Detektionstemperaturbereich von 300°C bis 350°C.

12.11.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Ansprüche

- 10 1. Thermischen Belastungen ausgesetztes Bauteil, insbesondere Lambdasonde für Kraftfahrzeuge, mit einem integrierten Indikator (20), der eine zumindest vorübergehende, thermische Überlastung bleibend anzeigt, dadurch gekennzeichnet, daß der Indikator (20) ein Indikationsmaterial (21) mit mindestens einer auf die maximal zulässige Betriebstemperatur des Bauteils abgestimmten Grenztemperatur aufweist, bei deren Überschreiten in mindestens einer Materialkomponente eine Gefügeveränderung eintritt.
- 20 2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) so zusammengesetzt ist, daß sich Gefügeveränderungen in verschiedenen Materialkomponenten bei Überschreiten mehrerer Grenztemperaturen ergeben.
- 25 3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) ein Feststoff ist, der bei Überschreiten der Grenztemperatur eine Gefügeänderung durch Schmelzen erfährt.

4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) ein Feststoff ist, der bei Überschreiten der Grenztemperatur eine Gefügeveränderung durch Oxidation erfährt.

5

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) ein Feststoff mit Materialkomponenten ist, die bei Überschreiten der Grenztemperatur eine Gefügeänderung durch chemische Reaktion erfahren.

10

6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) in einen Bauteilhohlraum (20) eingefüllt ist.

15

7. Bauteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der materialgefüllte Bauteilhohlraum (20) verschlossen ist.

20

8. Bauteil nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllung des Bauteilhohlraums (20) durch Einpressen vorgenommen ist.

25

9. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) eine Pulverpressung aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen ist.

30

10. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) ein Keramikschaum ist.

11. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Indikationsmaterial (21) ein thermoplastischer Kunststoff ist.
- 5 12. Bauteil nach einem der Ansprüche 6 - 12, mit einem Schlüsselsechskant (13) für die Montage, dadurch gekennzeichnet, daß der Bauteilhohlraum von einem in den Schlüsselsechskant (13) eingebrachten Sackloch (18) gebildet ist.

12.11.2002

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Thermischen Belastungen ausgesetztes Bauteil

10

Zusammenfassung

Ein thermischen Belastungen ausgesetztes Bauteil,  
insbesondere eine Lambdasonde für Kraftfahrzeuge, besitzt für  
15 eine bleibende Anzeige einer zumindest vorübergehenden  
thermischen Überlastung einen Indikator (20), der für eine  
schnelle, sichere und eindeutige Diagnose ohne großen  
Meßaufwand ein Indikationsmaterial mit mindestens einer auf  
die maximal zulässige Betriebstemperatur des Bauteils  
20 abgestimmten Grenztemperatur aufweist, bei deren  
Überschreiten in mindestens einer Materialkomponente eine  
Gefügeveränderung eintritt (Fig. 1).

R. 304037

1 / 1

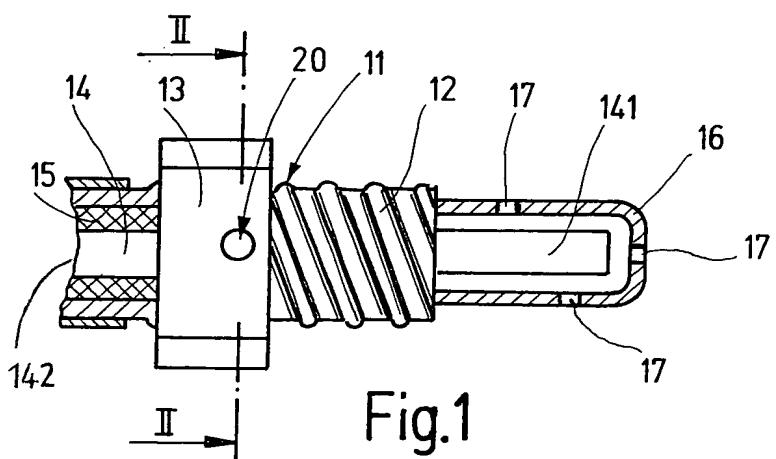


Fig.1

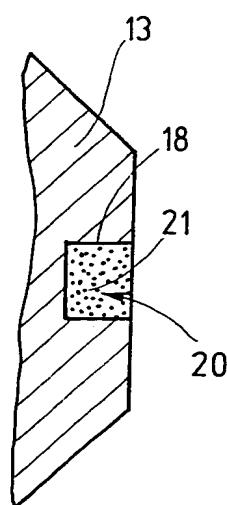


Fig.2

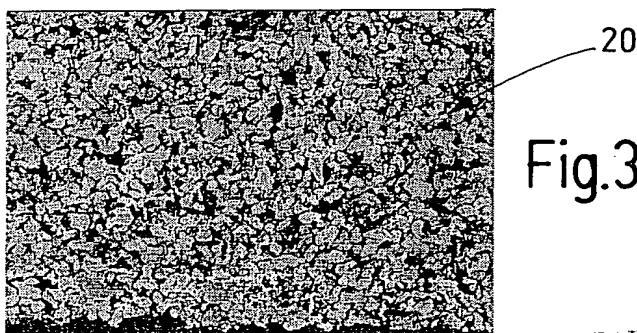


Fig.3



Fig.5

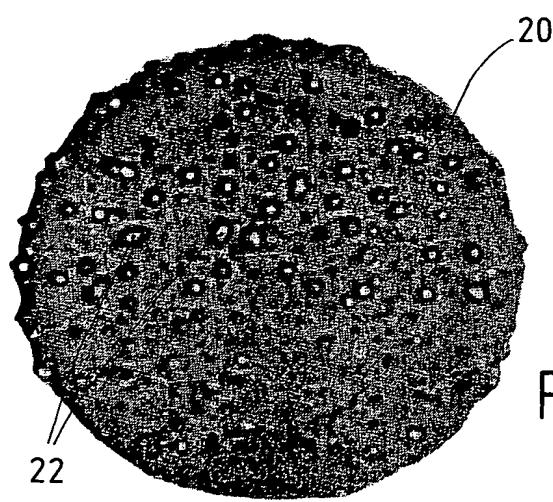


Fig.4